

Concentraciones traza de metales en especies marinas de la bahía de Huarney, Ancash, Perú

Trace Metal Concentrations in marine species in the Bay of Huarney, Ancash, Peru

María E. Jacinto¹ y Silvia Aguilar²

¹ Dirección de Investigación en Acuicultura, Gestión Costera y Aguas Continentales, Instituto del Mar del Perú.

² Unidad de Investigaciones de Invertebrados Marinos. Instituto del Mar del Perú. Esquina Gamarra y General Valle S/N Chuchito, Callao, Perú.

E-mail Marielena Jacinto: mjacinto@imarpe.gob.pe

Resumen

Se determinaron las concentraciones traza de cadmio, cobre, plomo y zinc, en músculos y vísceras del caracol (*Stramonita T. chocolata*), el cangrejo peludo (*Cancer setosus*), la cabrilla (*Paralabrax humeralis*), el chorito (*Semimytilus algosus*), la lapa (*Fissurella* sp.) y el chitón (*Chiton* spp., indeterminado); colectados en octubre 2001 en la bahía de Huarney, Ancash, Perú. Los órganos seleccionados fueron liofilizados y sometidos a digestión ácida según método CEM USA 1994 y analizados por espectrofotometría de absorción atómica. Las menores concentraciones de cadmio (0,63 µg/g), cobre (1,87 µg/g) y zinc (1,70 µg/g), se encontraron en el músculo de *P. humeralis*; mientras que valores máximos de zinc (24,16 µg/g) se observaron en vísceras del *T. chocolata* y de cobre (28,0 µg/g) en músculo de *Chiton* spp. Las concentraciones halladas estuvieron dentro de los límites internacionales establecidos por algunos países (Nauen, 1983).

Palabras clave: metales trazas, cadmio, cobre, plomo, zinc, Bahía Huarney, Perú

Abstract

Trace concentrations of cadmium, copper, lead and zinc were determined in muscles and internal organs of rock shell (*Stramonita T. chocolata*), hairy rockcrab (*Cancer setosus*), Peruvian rock seabass (*Paralabrax humeralis*), small mussel (*Semimytilus algosus*), keyhole limpet (*Fissurella* spp.) and chiton (*Chiton* spp.) collected in October 2001 from Huarney bay, Ancash, Peru. The selected organs were lyophilized and process according to CEM the USA 1994 and analyzed by atomic absorption spectrophotometry. Lower concentrations of cadmium (0,63 µg/g), copper (1,87 µg/g) and zinc (1,70 µg/g) were observed in *P. humeralis* muscle, in contrast higher values of zinc (24,16 µg/g) was in *T. chocolata* and copper (28,0 µg/g) in muscle of *Chiton* spp. Trace concentrations were within the international standard limits established by some countries (Nauen, 1983).

Keywords: metal traces, cadmium, copper, lead, zinc, Huarney bay, Peru.

Presentado: 04/06/2007
Aceptado: 09/10/2007

Introducción

En la franja marino costera de Huarney se desarrollan actividades entre las que destacan, la pesquería artesanal e industrial, la acuicultura, la minería ligada a las operaciones portuarias de embarque de concentrados de minerales (cobre y zinc) y una pequeña agricultura circunscrita principalmente a las márgenes del río Huarney.

La puesta en funcionamiento de actividades portuarias relacionadas al movimiento de metales podría afectar la calidad del medio ambiente provocando una contaminación por metales pesados, los cuales debido al proceso de magnificación de la cadena trófica afectaría los niveles tróficos superiores y en particular al hombre.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el nivel de contenido metálico en especies bentónicas de la bahía Huarney. La evaluación que se realizó en octubre 2001, constituye la primera información de carácter referencial con relación a la presencia de metales trazas en organismos de la bahía.

La bahía de Huarney se encuentra aproximadamente a 290 km al norte de Lima en la provincia de Huarney y Departamento de Ancash, es de configuración semiabierto y con una batimetría entre 5 a 30 m. El río Huarney que está ubicado a 3 Km, hacia el norte, es un río que normalmente está seco la mayor parte del año, presentando flujos sólo en los meses de enero a abril. El río Huarney descarga sus aguas al mar por el lado sureste de la bahía, formando una angosta laguna de más de una milla de largo detrás de la playa.

Hacia el sur, en Punta Lobitos se ubica el muelle de Antamina con instalaciones portuarias totalmente cerradas destinadas al almacenamiento de los concentrados de cobre y zinc, con una capacidad de almacenamiento de hasta 160000 t, los cuales son transportados hacia buques con capacidades de hasta 50000 t por medio de una faja transportadora.

Es decir, en el área de estudio existen dos fuentes de aportes metálicos, el río Huarney y el muelle de desembarque de concentrado de minerales en Punta Lobitos.

Material y metodos

Área de estudio

El área de estudio estuvo comprendida entre los 10°03.883' - 10°05.757' S hasta una distancia aproximada de 1,5 millas de la costa (Fig. 1). Las estaciones seleccionadas estuvieron ubicadas en el área de influencia del muelle minero de Antamina en Punta Lobitos. La estación B en la zona intermareal de Isla Blanca muy próxima a las instalaciones del muelle, la estación A ubicada en isla Corcovado aproximadamente a 0,5 milla del muelle, la estación C en caleta Puerto Grande de Huarney; por último la estación D al norte de la bahía, en las proximidades de isla Manache.

El muestreo se realizó el 16 de octubre del 2001 con un total de 4 estaciones; la colecta de organismos se realizó por buceo con excepción de la cabrilla obtenida de la captura por pesca cordel en caleta Puerto Grande.

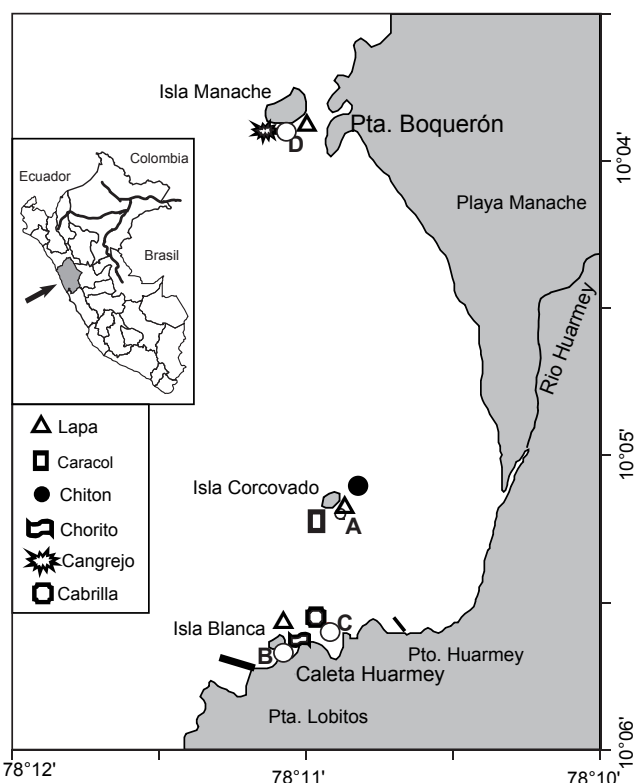


Figura 1. Área de estudio, Bahía Huarmey 16 de octubre 2001

Las especies colectadas fueron las siguientes: *Stramonita* (*Thais*) *chocolata* (Duclos 1832) “caracol”, *Cancer setosus* (Molina, 1782) “cangrejo peludo”, *Paralabrax humeralis* (Valenciennes 1828) “cabrilla”, *Semimytilus algosus* (Gould, 1850) “chorito”, *Fissurella* sp. “lapa” y *Chiton* sp. “chitón”. Los organismos colectados en número suficiente fueron lavados con agua de mar a fin de eliminar restos de sedimentos del lecho marino. Después de ser identificados y separados por especies se colocaron en bolsas plásticas debidamente codificadas y congelados hasta su análisis en el laboratorio.

Procedimiento analítico

La metodología destinada al tratamiento y análisis químicos para la determinación de metales en organismos comprendió las siguientes fases:

-Selección de muestras y liofilización

Tabla 1. Identificación, tamaño y número de individuos analizados.

Nombre Común	Nombre Científico	Número de individuos analizados	Longitud Promedio (mm)
cangrejo	<i>Cancer setosus</i>	15	118,2
lapa	<i>Fissurella</i> sp.	20	43,5
cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	4	182,0
chorito	<i>Semimytilus algosus</i>	50	25,0
caracol	<i>Stramonita chocolata</i>	20	51,5
chitón	<i>Chiton</i> sp.	20	88,1

Para el análisis se consideraron entre 15 a 50 individuos, con excepción de la cabrilla (Tabla 1).

Los músculos y las vísceras extraídas de los individuos fueron homogenizadas y luego liofilizadas (secadas en frío). La excepción fue *S. algosus*, el cual por su tamaño, contó con más individuos y fue analizada en su totalidad incluida las vísceras.

-Tratamiento Químico

De las muestras liofilizadas se tomaron dos submuestras para el análisis en réplica, las cuales fueron sometidas a un tratamiento de digestión ácida, por sistema microondas MSP—1000, conforme a método CEM USA, (1994). Para luego ser analizados en un espectrofotómetro de Absorción Atómica Modelo 6701F—Shimadzu, con sistema automatizado de horno de grafito y llama. Los elementos metálicos determinados fueron: cobre, cadmio, plomo y zinc.

Resultados y discusión

La tabla 2 muestra las concentraciones de cadmio, cobre, plomo y zinc en músculo y vísceras de las diversas especies de la bahía, así como los valores promedios y máximos para cada grupo de ellas. Como se mencionó la información obtenida en el presente estudio, se puede considerar de carácter básico y referencial. Al respecto, el contenido metálico en las especies de la bahía fue de la siguiente manera:

Paralabrax humeralis (Cabrilla)

Las vísceras de esta especie presentó las mayores concentraciones de elementos metálicos que en el músculo (Fig. 2). El contenido metálico en vísceras varió con concentraciones mínimas de 0,6 µg/g en plomo, hasta un máximo de 9,7 µg/g de cobre, el cadmio y zinc presentaron concentraciones metálicas de 1,4

Tabla 2. Metales trazas en especies marinas, Bahía Huarmey 16 de octubre del 2001

Estación	Lugar	Nombre Común	Órgano	Pb (µg/g)	Cd (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)
A	Isla Corcovado	lapa	músculo	0,56	0,96	2,99	6,25
A	Isla Corcovado	lapa	visceras	0,74	1,27	2,69	3,32
A	Isla Corcovado	caracol	músculo	0,19	1,18	21,02	2,93
A	Isla Corcovado	caracol	visceras	0,94	1,5	3,13	24,16
A	Isla Corcovado	chitón	músculo	0,61	1,46	27,95	2,83
A	Isla Corcovado	chitón	visceras	1,40	1,47	22,94	5,22
B	Isla Blanca	lapa	músculo	0,40	1,02	11,45	5,65
B	Isla Blanca	lapa	visceras	0,31	1,43	7,66	3,94
B	Isla Blanca	chorito	músculo/ visceras	1,51	1,69	5,90	4,14
C	Caleta Huarmey	cabrilla	músculo	0,47	0,63	1,87	1,70
C	Caleta Huarmey	cabrilla	visceras	0,62	1,35	9,66	2,25
D	Manache	cangrejo	músculo	0,19	1,04	19,54	3,94
D	Manache	cangrejo	visceras	0,46	1,16	3,31	3,61
D	Manache	lapa	músculo	0,32	0,73	25,39	1,79
D	Manache	lapa	visceras	0,58	1,20	17,91	4,15

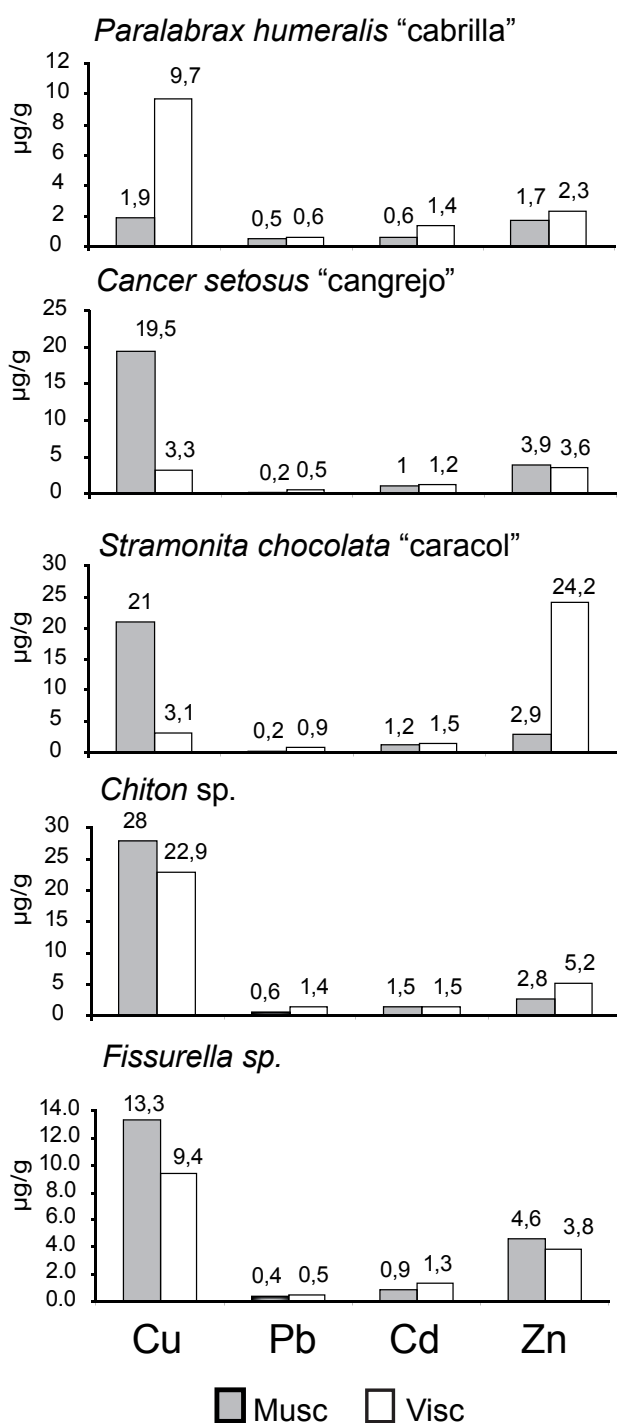


Figura 2. Metales traza, Cobre, Plomo, Cadmio y Zinc en peces e invertebrados de la bahía Huarmey, Ancash, 16 de octubre 2001.

y 2,3 μg/g respectivamente. En la parte muscular, las concentraciones variaron de 0,5 μg/g en plomo, a un valor máximo de 1,9 μg/g en cobre; el cadmio y zinc presentaron concentraciones bajas de 0,6 y 1,7 μg/g respectivamente. En general, la parte muscular de esta especie se caracterizó por presentar las menores concentraciones de cadmio, cobre y zinc con relación a las otras especies evaluadas.

Cancer setosus (Cangrejo peludo)

Como se observa en la figura 2, los elementos cadmio y plomo presentaron las menores concentraciones con valores menor a 1,2 μg/g y 0,5 μg/g respectivamente, especialmente en vísceras. La

parte muscular destaca por su alto contenido en cobre (19,5 μg/g) en contraste con lo hallado en vísceras (3,3 μg/g). El contenido de zinc fue ligeramente superior (3,9 μg/g) en músculo que en víscera (3,6 μg/g). Esta especie se caracterizó por presentar las menores concentraciones de cadmio y plomo en vísceras, en comparación con las otras especies.

Stramonita chocolata (caracol)

En las vísceras de esta especie se encontró las concentraciones máximas de zinc, cadmio y plomo con valores de 24,2 μg/g, 1,5 μg/g y 0,9 μg/g respectivamente; mientras que estos elementos metálicos se hallaron en bajas concentraciones (≤ 3,0 μg/g) en el músculo, ver figura 2. El elemento cobre mostró una mayor afinidad en el tejido muscular con una concentración de 21,0 μg/g, muy superior a lo hallado en las vísceras (3,1 μg/g). Esta especie se caracterizó por su elevado contenido de zinc en vísceras, muy superior a lo hallado en los órganos de las otras especies evaluadas.

Chiton spp. (chitón)

Es la especie que presentó las mayores concentraciones de cadmio, cobre y plomo tanto en músculo como en víscera. Como se observa (Fig. 2), destacan las altas concentraciones de cobre de 28,0 μg/g y 22,9 μg/g en el músculo y víscera respectivamente, mientras que en el caso del zinc, las mayores concentraciones (5,2 μg/g) se hallaron en las vísceras parte muscular. Los valores de cadmio y plomo fueron menor a 1,5 μg/g en ambos órganos.

Fissurella spp. (lapa)

En la figura 2, en la que se grafican las concentraciones promedio del contenido metálico en la lapa de tres áreas diferentes, se observa que la parte muscular concentra en mayor proporción los elementos cobre (13,3 μg/g) y zinc (4,6 μg/g); las bajas concentraciones de cadmio y plomo se hallaron en las vísceras.

En la figura 3, se observa la variabilidad del contenido metálico

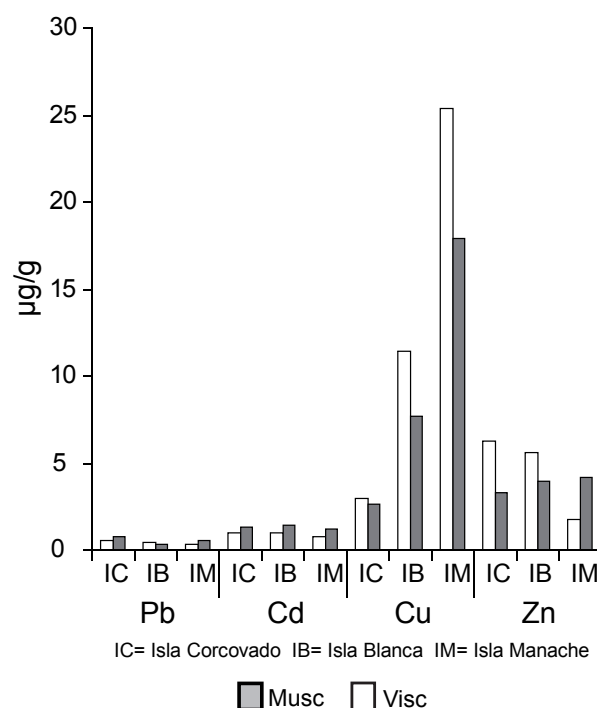


Figura 3. Contenido metálico en el músculo y víscera de *Fissurella* sp. "lapa" de tres islas del área costera de Huarmey, octubre 2001.

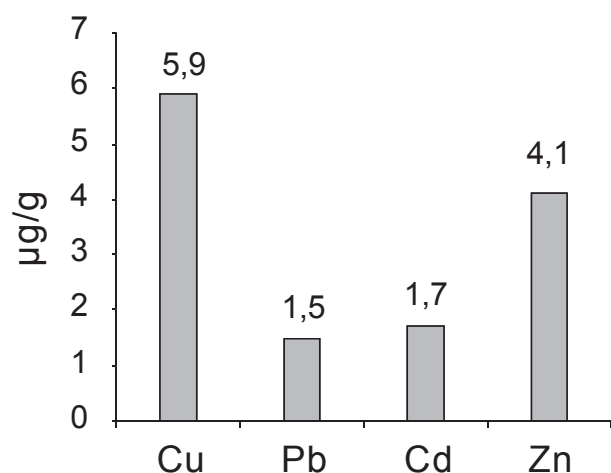


Figura 4. Metales trazas en *Semimytilus algosus* "chorito" procedentes de isla Blanca, bahía de Huarmey 16 de octubre 2001.

en órganos de la lapa proveniente de tres islas del área marino costera de Huarmey; en ella se aprecia la afinidad del cadmio y plomo por las vísceras con concentraciones muy homogéneas entre los órganos de las especies. Mientras que los otros elementos metálicos, especialmente el cobre, se concentran en mayor proporción en la parte muscular, destacando por su contenido las especies de la isla Manache.

Semimytilus algosus (chorito)

Como se mencionó, a diferencia de las otras especies el chorito fue analizado en su totalidad (todo el cuerpo); lo cual podría explicar la mayor concentración de los elementos plomo (1,5 µg/g) y cadmio (1,7 µg/g) en dicha especie, (Fig. 4); en general, las concentraciones de cobre (5,9 µg/g), se pueden considerar relativamente bajas.

En el caso de algunas de las especies evaluadas existe una escasa información sobre aspectos biológicos, especialmente en el caso de la lapa y el chitón.

En general, para el elemento metálico de cobre (Cu) se observa una mayor concentración en la parte muscular de las especies evaluadas. Mientras que en el caso del zinc, el mayor contenido se halló en las vísceras de las especies analizadas.

Las máximas concentraciones de plomo (Pb) y cadmio (Cd) se hallaron en la masa liofilizada del chorito de Isla Blanca. A excepción de lo hallado en esta especie, tanto el plomo como el cadmio, mostraron una mayor tendencia a concentrarse en las vísceras de las otras especies.

Conforme a lo que se conoce como concentración idiosincrática, se observa una variabilidad en el contenido de metales trazas en las vísceras y músculo, tanto entre las diferentes especies e incluso para órganos de una misma especie.

En la tabla 3 se presentan los valores promedios y máximos de las concentraciones totales (en músculos y vísceras) de los moluscos, pescado y crustáceo de las especies mencionadas con límites internacionales, se observa que las concentraciones promedio de los elementos cadmio (1,3 µg/g) y cobre (13,6 µg/g), con mayor contenido en el chorito y chitón respectivamente, superan ligeramente los límites establecidos (1,0 µg/g de Cd, y de 10,0 µg/g de cobre) para moluscos, conforme a lo establecido

por la FAO (Nauen, 1983) pero inferior que lo dispuesto por la FDA (2001) y el Department of Health of Australia (según Villanueva y Paez Osuna, 1996); mientras que el contenido de plomo y zinc todas las especies evaluadas estuvo por debajo de los límites internacionales. En particular, las concentraciones de cobre y zinc halladas responderían a valores esperados acorde a sus necesidades ecológicas y actividades metabólicas, si se considera que el cobre y zinc son elementos esenciales (Gutiérrez—Galindo et al., 1990) por estar ligados a importantes funciones fisiológicas.

La afinidad de los elementos metálicos por las diversas especies estaría asociada además de la dieta alimentaria, al estado metabólico de las mismas. Estas fluctuaciones en el contenido metálico estarían condicionadas por la variabilidad ambiental natural relacionada entre otros factores a las características del hábitat, la disponibilidad del alimento, tamaño, edad del organismo, y la variabilidad estacional que condicionaría el estado fisiológico de la especie y los factores históricos de vida como la migración y reproducción (Ward y Correll, 1992). Las diferencias entre tejidos se relacionan con la capacidad de cada uno de inducir la síntesis de proteínas que fijen los metales, las mayores concentraciones se encuentran en el hígado, donde hay una gran cantidad de estas proteínas (Ecotropía, 2003).

Por otro lado, la biodisponibilidad del metal va a depender de su forma química la cual a su vez es controlada por variables ambientales tales como: pH, oxígeno disuelto, potencial redox, salinidad, presencia de material particulado y orgánico, etc. Las transformaciones entre las diferentes formas químicas son inducidas por cambios en estas variables (Landner y Beijer, 1980).

Algunos invertebrados marinos pueden indudablemente asimilar directamente compuestos disueltos, especialmente los de bajo peso molecular (Ellis, 1989).

Como se mencionó, la parte muscular de la cabrilla se caracterizó por presentar las menores concentraciones de cadmio,

Tabla 3. Valores promedios y máximos de cadmio, plomo, cobre y zinc en especies de Huarmey y su relación con límites internacionales.

Taxa	Elementos	Concentración (µg/g) en Huarmey		*Límites internacionales		
		prom	max	FAO	DHAA	FDA
molusco	Cd	1,30	1,69	1,00	2,00	4,00
	Pb	0,70	1,51	2,00	2,50	1,70
	Cu	13,6	27,95	10,00	150,00	
	Zn	6,50	24,16		200,00	
pescado	Cd	0,99	1,35	1,00	10,00	
	Pb	0,55	0,62	2,00	2,50	
	Cu	5,76	9,66	30,00	150,00	
	Zn	1,95	2,25	40,00	200,00	
crustáceo	Cd	1,10	1,16	1,00		3,00
	Pb	0,325	0,46	2,00	2,50	1,50
	Cu	11,42	19,54	10,00	150,00	
	Zn	3,77	3,94		200,00	

* FAO, Nauen, 1983; DHAA, Villanueva y Paez-Osuna, 1996; FDA (2001, en línea)

cobre y zinc; la estructura fisiológica de los peces haría que éstos asimilen en menor proporción directamente materia orgánica, (Ellis, 1989); así mismo, la movilidad de los individuos los hace menos vulnerables a una fuente puntual de contaminación.

Conclusiones

Las concentraciones halladas no superaron los estándares internacionales de contenido metálico en organismos marinos. En general, la variabilidad del contenido metálico estaría condicionada por una variedad de mecanismos internos y externos.

Con relación a las concentraciones de los diversos elementos metálicos para una misma especie, en este caso la lapa, aquellos presentaron diversas afinidades en los órganos de dicha especie. El plomo y cadmio se concentró principalmente en las vísceras, mientras que el cobre y zinc se fijó en mayor concentración en el músculo, destacando por su contenido la población de la Isla Manache. Afinidad que estaría asociada a sus necesidades metabólicas y a su capacidad de inducir a la síntesis de proteínas que fijan los metales.

Con relación al contenido metálico entre las diversas especies, los elementos cadmio y plomo mostraron en general concentraciones bajas y homogéneas entre las especies estudiadas, sin embargo se observó una tendencia a concentrarse en las vísceras de las mismas. En el caso de cobre, se observó una mayor concentración en el tejido muscular, mientras que el zinc se concentró principalmente en las vísceras.

La escasa información biológica de especies tales como la lapa, chitón, limitan un análisis explicativo de su capacidad de concentrar los metales.

Las menores concentraciones de cadmio, cobre y zinc se hallaron en el músculo de la cabrilla, debido a mecanismos fisiológicos que no facilitan la absorción en sus tejidos.

Literatura citada

- Cabrera, C., E. Guadalupe, M. Maldonado. 2003. Riesgos Ambientales en el Puerto de Huarmey. Rev. Inst. investig. Fac. minas metal cienc. geogr, July/dic. Vol.6, No.12, p.21-26. ISSN 1561-0888.
- CEM, Innovators in Microwave Technology. 1994. Microwave Digestion Application Manuals. Environmental Section. Matthew. NC. USA.
- ECOTROPIA 2003. Actualidad y recursos de las Ciencias Ambientales. Metales Pesados y Tamaño de los Peces, <<http://www.ecotropia.com/n2040503.htm>> (acceso 3/06/07)
- Ellis, D.V. 1989. Environments at risks: Case Histories of Impact Assessment. Springer- Verlag, Heidelberg 329 pp
- Estrella, C., J. Palacios, W. Avila & A. Medina. 2001. Informe estadístico de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal marina por especies, artes, meses y lugares de desembarque durante el segundo semestre del 2000. Informe Instituto del Mar del Perú 164: 7-124.
- FDA (U.S. Food & Drug Administration—Center for Food Safety & Applied Nutrition). 2001. Fish and fisheries products hazards and controls guidance. [en línea]. Third Edition June 2001. <<http://www.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4i.html>> (acceso 3/06/07)
- Gutierrez-Galindo, E., G. Flores, G. Olguin, J. Villaescusa. 1990. Biodisponibilidad de metales trazas en almejas y mejillón del valle agrícola de Mexicali y Alto Golfo de California. Ciencias Marinas, 16(4):1-28.
- Landner, L y K. Beijer. 1980. Forms of occurrence and Biotransformations of metal compounds in the aquatic environment. FAO/SIDA Workshop on Aquatic Pollution in Relation to Protection of Living Resources, 6, Nairobi-Mombasa (Kenya), 12 Jun 1978 / FAO, Rome (Italy), 1979, p. 71-85.
- Nauen, C., 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in shellfish, fish and fishery products. FAO Fish. Circ.764:102p.
- Villanueva-Fragoso, S. Y F. Páez-Osuna. 1996. Niveles de metales en el Golfo de México: agua, sedimentos y organismos. En: Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental, Diagnóstico y Tendencias. Botello, A.V., J.L. Rojas-Galaviz, J.A. Benitez-Torres y D.J. Zárate-Lomeli (Eds.). EPOMEX 5: 309-347.
- Ward, T. & R. Correll. 1992. Estimating background levels of heavy metals in the marine environment. In: A.G. Miskiewicz ed. "Proceedings of Bioaccumulation Workshop", Sydney, 1990.

